

## Analog noise generator

Patent Number: US4169249  
Publication date: 1979-09-25  
Inventor(s): HOFFMANN JEAN-CLAUDE; CASTANIE FRANCIS; CRABERE HENRI; VERDIER JEAN-PIERRE; VOISIN NORBERT  
Applicant(s): AEROSPATIALE  
Requested Patent: FR2390044  
Application Number: US19780898685 19780421  
Priority Number(s): FR19770013885 19770506  
IPC Classification: H03B29/00  
EC Classification: H03B29/00, H03K3/84  
Equivalents: DE2820426, GB1601776, IT1095990, JP1375135C, JP53138670, JP61042884B

### Abstract

The present invention relates to a device for producing an analog noise from a point process, the distribution of said noise being predeterminable, said device comprising a source of noise, a first generator or random pulse generator, a second generator or motif or function generator, the output of the source of noise being connected to the input of the first generator, the output of the first generator being connected to the input of the second generator, and the output of the second generator constituting the output of the whole of said device. The invention is applicable to the coding and transmission of information.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

**This Page Blank (uspto)**

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

**2 390 044**

(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 77 13885**

(54)

Générateur de bruit analogique à distribution prédéterminable à partir d'un processus ponctuel.

(51)

Classification internationale (Int. Cl.<sup>2</sup>).

H 03 B 29/00; H 03 K 13/02.

(22)

Date de dépôt .....

6 mai 1977, à 15 h 35 mn.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée :

(41)

Date de la mise à la disposition du  
public de la demande .....

B.O.P.I. — «Listes» n. 48 du 1-12-1978.

(71)

Déposant : Société anonyme dite : SOCIÉTÉ NATIONALE INDUSTRIELLE AEROSPATIALE,  
résidant en France.

(72)

Invention de : Jean-Claude Hoffmann, Francis Castanie, Henri Crabere, Jean-Pierre Verdier  
et Norbert Voisin.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : PROPI Conseils, 23, rue Lénine, 75008 Paris.

D

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

La présente invention concerne un générateur de bruit analogique permettant notamment de réaliser un codage analogique-stochastique linéaire ou non.

- 5 On sait que le codage analogique-stochastique consiste à transformer une grandeur analogique  $x$  en une variable aléatoire binaire dont la moyenne contient l'information  $x$ . Ledit codage est habituellement réalisé en comparant  $x$  à un bruit analogique à l'aide d'un circuit comparateur dont la sortie prend respectivement deux états selon que  $x$  est inférieur ou supérieur audit bruit.
- 10 Cette sortie est dite : codé stochastique de  $x$ .

Si la moyenne statistique du codé stochastique est linéaire avec  $x$ , on dit que le codage est linéaire. Pour ce faire, il faut que le générateur de bruit analogique utilisé soit à distribution uniforme. (Distribution : densité de probabilité).

- 15 Dans les autres cas, il y a lieu de calculer la distribution qui conduit à un codage stochastique non linéaire prédéterminé. Un tel calcul est connu par l'homme de l'art.

- 20 La présente invention permet de réaliser de façon originale un générateur de bruit analogique à distribution prédéterminable uniforme ou non uniforme.

Dans la technique actuelle existent différents dispositifs utilisant par exemple une distorsion convenablement choisie d'un bruit physique tel qu'un bruit gaussien (bruit de résistance, de composants actifs etc...).

- 25 Ces dispositifs sont peu précis présentent des dérives à moyen et long terme. La faible étendue spectrale des bruits ainsi obtenus les rend inadaptés au calcul stochastique. De plus, la complexité nécessaire de ces dispositifs en rend la réalisation rédhibitoire, notamment pour des applications modulaires.
- 30 La présente invention remédie à ces inconvénients en utilisant un processus ponctuel comme phénomène aléatoire primaire, ledit processus initialisant à chaque événement un générateur de

fonction. La fonction engendrée ou motif est l'une des propriétés statistiques dudit processus ponctuels déterminant entièrement la distribution du bruit analogique engendré.

- 5 L'un des avantages essentiels de l'invention est de permettre de choisir la distribution du bruit analogique en choisissant un motif adapté au processus ponctuel utilisé.

La détermination mathématique d'un tel motif est connu par l'homme de l'art.

- 10 Un autre avantage de l'invention réside dans la simplicité d'obtention d'un processus ponctuel autorisant une bonne précision en même temps qu'une grande bande passante.

De plus, l'invention peut être réalisée de façon très simple et transposée très facilement sous forme modulaire, avantageusement pour application au calcul stochastique.

- 15 On comprendra mieux comment l'invention peut être réalisée en suivant la description ci-après en regard des dessins annexés.

La figure 1 représente un schéma synoptique du dispositif selon l'invention.

- 20 La figure 2 représente un exemple de réalisation d'un premier générateur d'impulsions aléatoires selon un processus ponctuel.

La figure 3 illustre le fonctionnement dudit premier générateur .

La figure 4 représente un montage perfectionné par asservissement dudit premier générateur.

- 25 La figure 5 représente un autre exemple de réalisation du générateur d'impulsions aléatoires.

La figure 6 représente un exemple de réalisation d'un second générateur ou générateur de motif ou de fonction permettant d'obtenir une distribution uniforme à partir d'un processus ponctuel de POISSON.

La figure 7 représente un exemple de générateur complet de bruit analogique à distribution uniforme stabilisé par asservissement.

La Demanderesse peut démontrer que, à partir d'un processus ponctuel quelconque, la connaissance d'une de ses propriétés statistiques notée  $P_o(t)$ , définie ci-dessous permet de choisir un motif noté  $g(t)$  conduisant à une distribution donnée.

Ladite propriété statistique  $P_o(t)$  est définie comme la probabilité de n'avoir aucun événement du processus ponctuel compris dans un intervalle quelconque de longueur  $t$ .

Un motif  $g(t)$  linéaire, débutant à chaque événement du processus ponctuel conduit à un bruit analogique de fonction de répartition  $F(x) = 1 - P_o(x)$ .

Un motif arbitraire  $g(t)$  permet d'obtenir sur le bruit analogique une distribution déterminée, équivalente à celle que l'on aurait obtenue par transformation non linéaire  $g(x)$  du bruit analogique à fonction de répartition  $F(x) = 1 - P_o(x)$ .

Le calcul du motif  $g(t)$  qui, associé à un processus ponctuel muni de  $P_o(t)$ , conduit à une distribution quelconque, est à la portée de l'homme de l'art.

En particulier un motif  $g(t) = 1 - P_o(t)$  conduit à une distribution uniforme.

La synthèse du motif  $g(t)$  joue le rôle, dans la présente invention, de la transformation non linéaire des méthodes classiques.

L'une des fonctions  $P_o(t)$  le plus fréquemment rencontrées dans les processus ponctuels dérivés de bruits physiques, est  $P_o(t) = e^{-\lambda t}$ . Le motif  $g(t)$  a ici pour expression  $g(t) = 1 - e^{-\lambda t}$ , qui peut être produit par le montage décrit sur la figure 6.

On voit sur la figure 1 un générateur de bruit physique 1 dont la sortie est reliée à un circuit de mise en forme ou générateur d'impulsions aléatoires 2 délivrant à sa sortie des impulsions aléatoires qui constituent le processus ponctuel

primaire. Ces impulsions sont dirigées sur un générateur de motif 3, initialisé ou réinitialisé respectivement par chacune desdites impulsions.

5 La sortie du générateur de motif 3 fournit un bruit analogique selon le but de la présente invention.

On voit sur la figure 2 une réalisation particulière de 1 et de 2.

10 Selon cette réalisation, ledit générateur 1 comprend une diode de Zener 4 polarisée à faible courant, de telle manière qu'elle délivre à sa sortie un bruit de niveau et d'étendue spectrale suffisants. Ladite sortie est reliée à l'entrée d'un amplificateur 5 à large bande dont la sortie est reliée à l'une des deux entrées d'un comparateur de tension 6, du genre "trigger", l'autre entrée dudit comparateur étant reliée à un montage potentiométrique 7 destiné à fixer le seuil de comparaison avec le bruit  
15 issu de 5. Les signaux issus de 6 sont dirigés sur un circuit de mise en forme 8 permettant d'obtenir des impulsions étroites.

Selon cette réalisation l'ensemble 5, 6, 7 et 8 constitue le générateur d'impulsions aléatoires 2.

20 On voit sur la figure 3 une illustration du fonctionnement de l'ensemble 1-2. En 3a, on voit le signal issu de la diode 4, et un niveau de seuil, en ordonnée, indiqué en pointillé et correspondant au niveau réglé dans le montage potentiométrique 7. On voit en 3b les impulsions délivrées par le trigger 6 et en 3c ces mêmes impulsions après leur passage dans le circuit 8, qui  
25 les réduit à une largeur minimale. Ledit circuit 8 peut, par exemple, être constitué par un montage différentiateur comportant une diode en parallèle sur sa résistance éliminant les impulsions négatives et suivi par une porte logique ou un monostable.

30 Ainsi, l'ensemble 1-2 fournit des impulsions de largeur faible et constante dont la répartition dans le temps est aléatoire. Leur suite est repérée {tj}.

Compte-tenu des variations d'alimentation et de température de l'ensemble, et notamment de la source de bruit (générateur

de bruit physique 1), des dérives ou variations de la valeur efficace du bruit, la densité  $\lambda$  (nombre d'évènements par seconde, ou ici, nombre d'impulsions aléatoires par seconde) peut dériver et prendre des valeurs incompatibles pour obtenir la distribution de bruit désirée de l'ensemble du dispositif selon l'invention. Il est donc intéressant de réguler le paramètre  $\lambda$ , et pour ce faire, on voit sur la figure 4 un montage selon la figure 2 dans lequel le seuil de comparaison de l'entrée du trigger 6 est déterminé par une boucle de régulation, en remplacement du montage potentiométrique 7.

Ladite boucle comprend un circuit moyennneur 9 (par exemple un circuit intégrateur R-C) dont l'entrée est reliée à la sortie de 8 ou de 6 et dont la sortie est reliée à l'une des entrées d'un amplificateur d'écart 10. L'autre entrée dudit amplificateur d'écart 10 est connectée à une source fournissant un signal continu  $V\lambda_0$  correspondant à la densité  $\lambda_0$  recherchée. La sortie de 10 est reliée à l'une des entrées du montage trigger 6, l'autre recevant les signaux de l'amplificateur de bruit 5.

Ainsi, la suite des impulsions  $\{ t_j \}$  est moyennée en 9 qui fournit un signal continu proportionnel à  $\lambda$ . Ce signal est comparé par 10 avec le signal  $V\lambda_0$  et fournit un signal de seuil de déclenchement régulé au trigger 6.

Selon l'invention, il est possible de remplacer le générateur de bruit physique par un générateur de bruit aléatoire binaire, et ledit premier générateur, ou générateur d'impulsions aléatoires par un registre à décalage dont les sorties sont respectivement reliées aux entrées d'une porte ET, dont la sortie fournit des impulsions aléatoires selon un processus latticiel de BERNOUILLI. Les éléments dudit registre à décalage sont synchronisés par une horloge.

On voit sur la figure 5 un générateur de bruit aléatoire binaire 11 dont la sortie est reliée à l'entrée d'un registre à décalage 12 comportant  $n$  éléments. Les sorties de 12 sont reliées respectivement aux  $n+1$  entrées d'une porte ET 14 ainsi que l'entrée du premier élément. Si le générateur 11 fournit des impulsions avec une probabilité de  $1/2$ , la porte ET 14 fournira des



impulsions aléatoires avec une probabilité  $p = (1/2)^n$ . Avec un registre à quatre éléments, on obtient à la sortie de ET 14 une probabilité inférieure à 0,1. Une horloge 13 sert à tirer au hasard des bits de probabilité 1/2 fournis par 11.

- 5 On voit sur la figure 6 un exemple de réalisation d'un second générateur, ou générateur de motif. Selon cet exemple, la combinaison dudit second générateur, dudit premier générateur et de ladite source de bruit permet d'obtenir un bruit à distribution uniforme. On voit un circuit RC 15 alimenté par une
- 10 source continue + et dont la capacité est shuntée par un transistor 17 dont la base est reliée par l'intermédiaire d'une résistance 16 à la sortie dudit premier générateur délivrant une suite d'impulsions aléatoires {tj}.

- Chaque impulsion issue dudit premier générateur rend ledit transistor conducteur. Celui-ci permet à la capacité C de se décharger et réinitialise donc le circuit R-C.
- 15

- Un bruit analogique à distribution uniforme prend ainsi naissance au point de connexion résistance-capacité dudit circuit R-C, et ledit point de connexion constitue la sortie de l'ensemble
- 20 du dispositif complet, selon l'exemple de réalisation décrit ci-dessus.

- On voit sur la figure 7 une réalisation particulière de l'invention constituant une combinaison des éléments décrits sur les figures 4 et 6, mais selon laquelle l'entrée du circuit moyenneur
- 25 9 est reliée au point de connexion résistance-capacité dudit circuit R-C 15, et non pas à la sortie de 6 ou de 8.

Les éléments équivalents des différentes figures portent les mêmes repères.

- La boucle de régulation de densité a selon cette réalisation originale son entrée reliée à la sortie de l'ensemble du
- 30 dispositif et sa sortie sur une entrée du trigger 6. La densité  $\lambda$  des impulsions aléatoires est, dans ce montage, régulée en fonction de la distribution du bruit analogique issu du point de connexion résistance-capacité dudit circuit R-C.

Selon cette réalisation, le bruit analogique obtenu a une distribution uniforme.

Ledit second générateur 3 peut également être constitué par tout générateur de fonction initialisable et réinitialisable dont la fonction est prédéterminable.

5

## R E V E N D I C A T I O N S

- 1- Dispositif permettant d'engendrer un bruit analogique à partir d'un processus ponctuel, la distribution dudit bruit étant prédéterminable, caractérisé en ce qu'il comprend une source de bruit, un premier générateur ou générateur d'impulsions aléatoires, un
- 5 second générateur ou générateur de motif ou de fonction, la sortie de la source de bruit étant reliée à l'entrée du premier générateur, la sortie du premier générateur étant reliée à l'entrée du second générateur, et la sortie du second générateur constituant la sortie de l'ensemble dudit dispositif .
- 10 2- Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite source de bruit est une source de bruit analogique.
- 3- Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite source de bruit est une source de bruit binaire aléatoire.
- 4- Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en
- 15 ce que ledit premier générateur comprend un montage comparateur délivrant une impulsion chaque fois que le niveau dudit bruit dépasse un seuil déterminé par un circuit élaborant ledit seuil.
- 5- Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ledit premier générateur comprend un registre à décalage,
- 20 une horloge et une porte ET, ladite horloge synchronisant ledit registre à décalage dont les entrées et/ou les sorties sont reliées respectivement aux entrées de ladite porte ET.
- 6- Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit second générateur est un générateur de fonction dont ladite fonction
- 25 est prédéterminable .
- 7- Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit second générateur comprend un circuit résistance-capacité et un élément commandé de remise à zéro de ladite capacité .
- 8- Dispositif selon les revendications 4 et 7, caractérisé en ce que
- 30 ledit circuit élaborant ledit seuil comprend un circuit moyenneur

dont l'entrée est reliée au point de connexion résistance-capacité dudit circuit R-C, un amplificateur d'écart dont une entrée est reliée à la sortie dudit circuit moyennneur, dont l'autre entrée est reliée à une source continue de niveau déterminé, la sortie dudit

5 amplificateur d'écart délivrant un signal correspondant audit seuil.

Fig.1

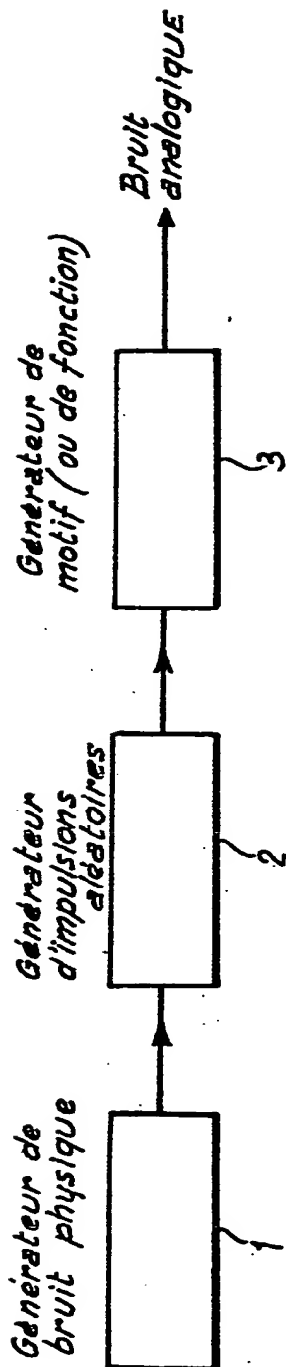
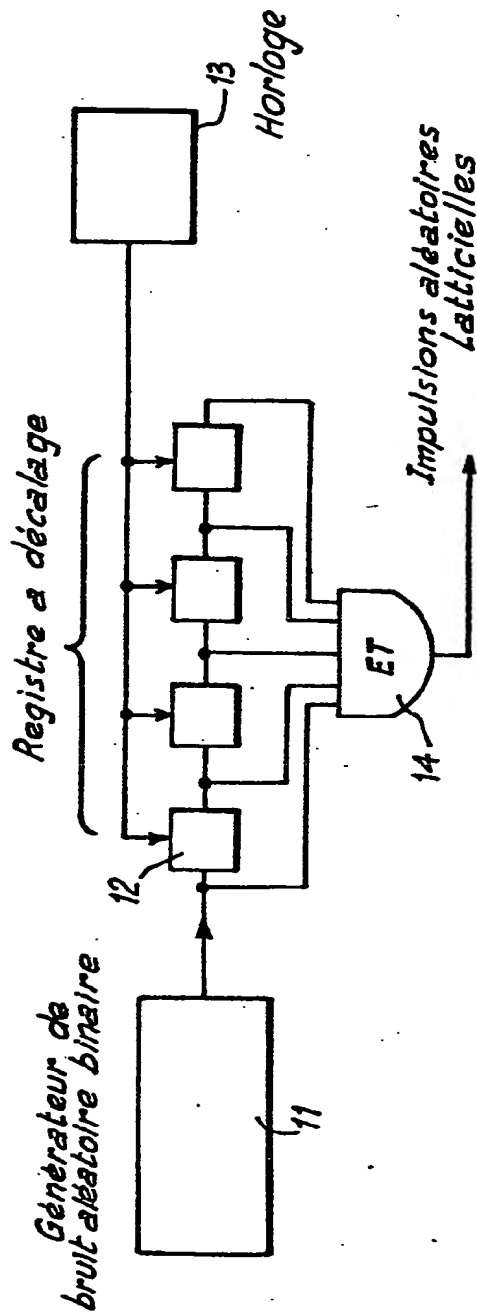


Fig.5



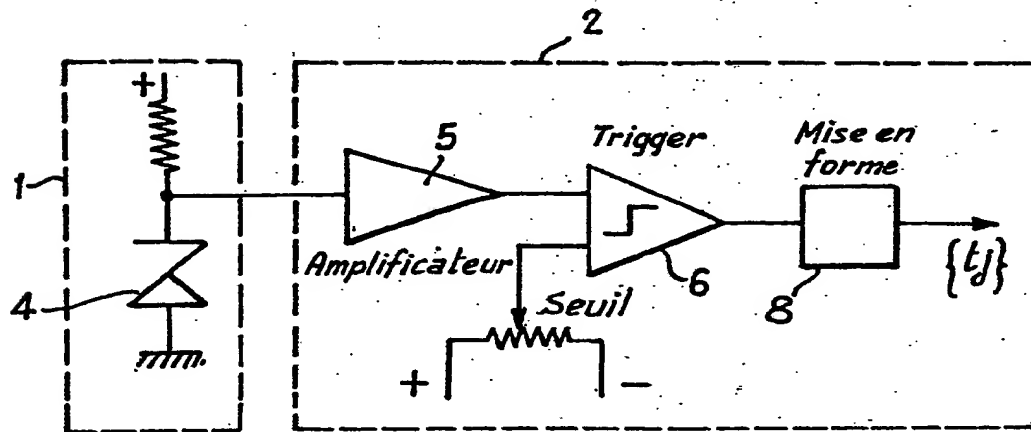
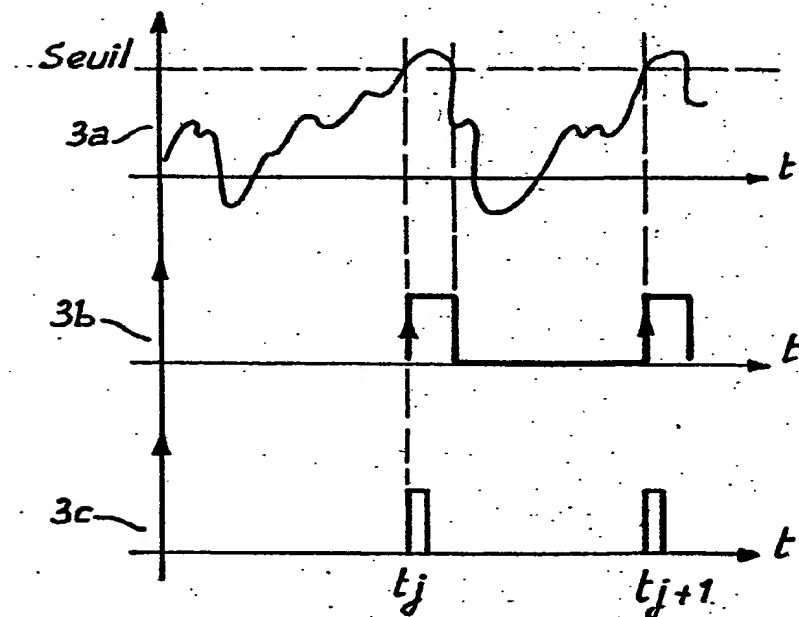
**Fig. 2****Fig. 3**

Fig.4

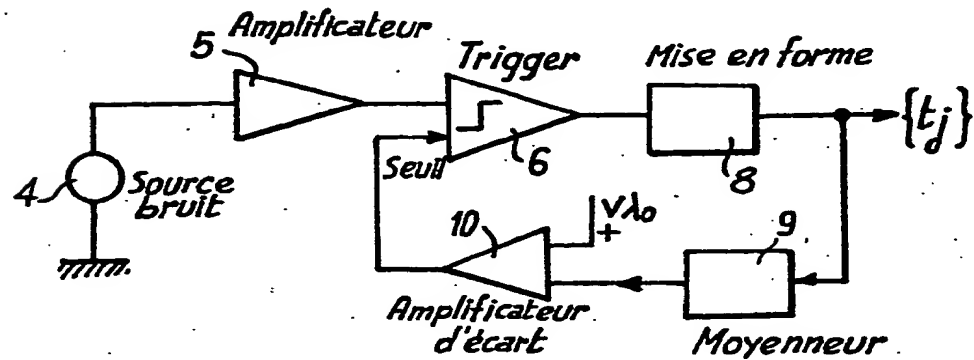


Fig.6

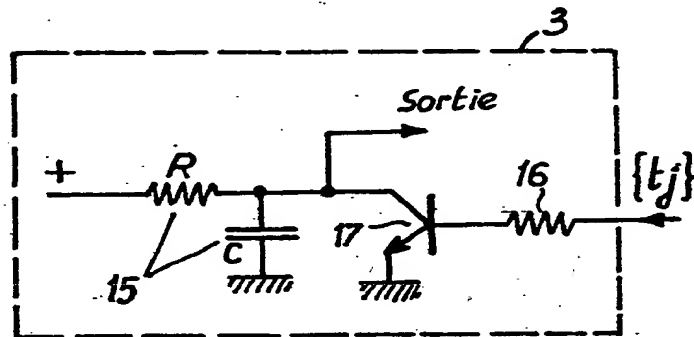
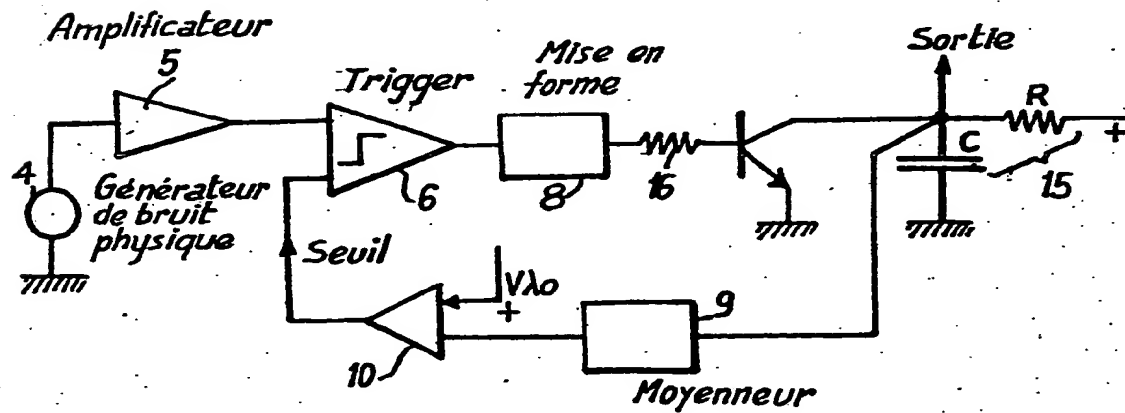


Fig.7



**This Page Blank (uspto)**